



# O planador de ouro

Uma fábula sobre polar básica  
conforme contada ao autor  
por uma garota em um  
bar de solteiros.



Era uma vez, há muito tempo atrás, quando o Rebocador estava quebrado e nós não podíamos voar, eu estava andando por uma floresta encantada e me sentindo meio deprimido. E aconteceu que, de repente, eu me vi em uma linda clareira e, no centro desta clareira, estava um planador de ouro. Não havia ninguém por perto. Eu me aproximei cautelosamente e abri o canopy. Para minha surpresa, sentado no cockpit estava um sapo que me disse: “Este planador é seu - se você aceitar e executar acertadamente uma tarefa.”

O planador não tem um anel de velocidades, nenhuma placa com indicação de velocidades para voar e não tem manual de voo. Eu asseguro que o planador e todos os instrumentos funcionam perfeitamente. Sua tarefa é, em um dia, encontrar todas as velocidades de voo, construir um anel de velocidade e desenhar a polar. Se você fizer isto, o planador é seu”.

Eu aceitei imediatamente pois sabia o que eu tinha que fazer, sendo um piloto formado pelo Aeroclube de Tatuí.

Mas, então o sapo disse: “Espere, eu vou conceder a você um desejo agora e se você fizer o desejo certo, eu tenho uma surpresa para você”. Eu pensei por um minuto e disse “Eu quero um dia com atmosfera em condições absolutamente padrão, sem nenhum movimento de massa de ar - sem ascendentes, sem descendentes e sem vento.”

Então, sob um intenso flash de luz, o sapo transformou-se em uma linda princesa e ela me falou: “Este foi o desejo acertado. Se você executar a sua tarefa, eu serei sua equipe de voo para sempre. Mas, se você falhar, você passará o resto de seus dias voando uma descendente na companhia de um bruxa malvada.”

Então entrei no planador e fui para uma decolagem imediata.

Voei reto, completamente coordenado, com o barbantinho perfeitamente centrado. Voei em todas as velocidades (AS), desde o stall até a faixa vermelha e registrei o afundamento (Sa) marcado pelo variômetro para cada velocidade e coloquei tudo em uma tabela. Então eu pousei, porque sabia que não tinha mais que

voar e que somente com um lápis, um pedaço de papel e uma régua eu poderia fazer tudo o que o sapo havia solicitado.

Minha tabela ficou como segue:

AS (km/h)	45	50	60	70	80	90	100	120	140...
Sa (m/s)	stall	.8	.5	.58	.65	.7	1.0	1.3	1.6...

Lembre-se que velocidade do ar (AS) e afundamento (Sa) são duas relações:

$$AS = \frac{\text{Distância para frente}}{\text{Tempo}}$$

$$Sa = \frac{\text{Distância para baixo}}{\text{Tempo}}$$

Portanto a relação é:

$$\frac{AS}{Sa} = \frac{\frac{\text{Distância para frente}}{T}}{\frac{\text{Distância para baixo}}{T}} = \frac{\text{Distância para frente}}{\text{Distância para baixo}}$$

O tempo em ambos os casos é o mesmo, portanto:

$$\frac{AS}{SA} = \text{razão de planeio}$$

Notei também que a AS estava em quilômetros por hora e Sa estava em metros por segundo. Embora seja matematicamente correto trabalhar com dois tipos de unidades diferentes (desde que nos lembremos do que estamos fazendo), vamos colocar tudo na mesma unidade para facilitar a explicação para o sapo. Então agora podemos expandir nossa tabela:

										NOTA: 1 m/s = 3,6 km/h
AS (km/h)	45	50	60	70	80	90	100	120	140...	
Sa (m/s)	stall	.8	.5	.58	.65	.7	1.0	1.3	1.6...	
Sa (km/h)	stall	2.9	1.8	2.1	2.3	2.5	3.6	4.7	5.8...	
Planeio*	0	<u>17</u>	<u>33</u>	<u>33.5</u>	<u>34</u>	<u>36</u>	<u>28</u>	<u>26</u>	<u>24</u>	
		1	1	1	1	1	1	1	1	

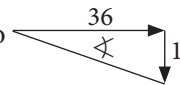
\*Dividindo a primeira linha pela terceira linha

Antes de colocarmos tudo isto em um gráfico, notamos vários pontos interessantes:

- Com AS de 60 km/h temos nossa menor Sa, ainda que não tenhamos nosso melhor planeio. Isto significa que iremos descer o mais lentamente possível e deste modo, ficaremos voando por mais tempo

embora não consigamos a maior distância possível. Chamamos esta velocidade de “menor velocidade de afundamento” e este afundamento de “afundamento mínimo”.

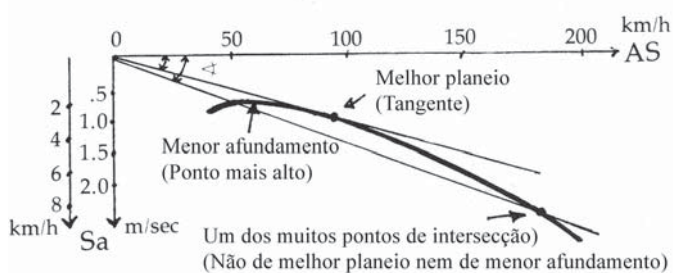
- Encontramos nosso melhor planeio a 90 km/h. Por exemplo, se estivermos a 1.000 metros de altitude e voarmos a 90 km/h, iremos cobrir a distância de 36 quilômetros antes de tocarmos o solo. Se eu voar a qualquer outra AS, não conseguirei ir tão longe. Então vamos chamar esta velocidade de “velocidade de melhor planeio” e a relação obtida 36/1 “melhor razão de planeio”.

Também o  $\sphericalangle$  formado pelo triângulo 

de “melhor ângulo de planeio”. Note entretanto que descenderemos mais rapidamente do que quando voamos na velocidade de menor afundamento (Isto significa que embora alcancemos uma maior distância, não ficaremos tanto tempo no ar).

- Se eu estiver a 1000 metros de altitude e somente a 24 quilômetros de casa e desejar chegar o mais rápido possível, posso voar a 140 km/h - isto é voar rapidamente não é necessariamente a velocidade de melhor planeio, mas algo diferente.

Agora vamos colocar isto em um gráfico, plotar os pontos e conectá-los com uma curva suave:



A curva representa todas as possíveis combinações de AS e Sa que o planador pode voar. Algumas são especiais e é interessante falarmos sobre elas:

- O ponto mais alto da curva é o ponto de menor afundamento.
- A tangente da curva a partir da origem toca a curva no ponto de melhor planeio (Este é o ponto mais difícil de entender. Uma vez que você compreenda

isto, você terá quase todo o resto). *Pense. Pense. Pense.*

O  $\sphericalangle$  formado pelo eixo horizontal com a linha que parte da origem para a curva (esta linha pode apenas tocar a curva ou pode cortá-la) é o seu ângulo de planeio. O menor ângulo que você pode ter é com a tangente. A razão de planeio  $\frac{AS}{SA}$  é sempre maior no ponto de tangência.

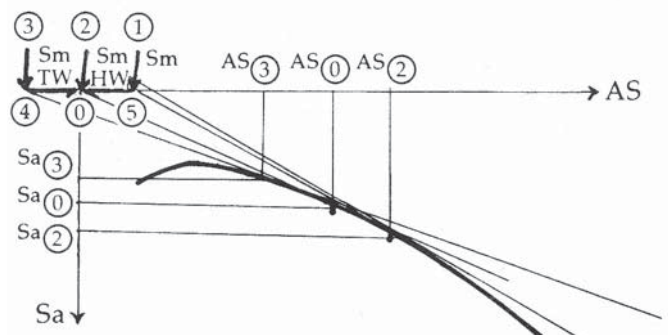
Repetindo: o menor afundamento é o ponto mais alto da curva; o melhor planeio resulta da tangente da curva a partir da origem; todas as outras velocidades provêm da intersecção com a curva.

Até agora, estamos falando do ar parado. Agora podemos adicionar os efeitos do vento e do movimento vertical do ar (massa de ar ascendente ou descendente). Vento e afundamento (ou ascensão, L) são razões como AS e Sa.

Exemplo: se minha velocidade no ar é 90 km/h e minha Sa é .7 m/s (2,5 km/h) de afundamento e eu tenho um vento de cauda (TW) de 20 km/h e uma massa de ar descendente (Sm) de 1,0 m/s (3,6 km/h) então minha razão de planeio é:

$$\frac{AS + TW}{Sa + Sm} = \frac{90 + 20}{2.5 + 3.6} = \frac{110}{6.1} = \frac{18}{1}$$

(NOTA: você verá em um minuto que esta *não* é a *melhor* razão de planeio que você pode conseguir nestas condições). Obviamente L e TW ajudam a razão de planeio; Sm e HW (vento de proa) prejudicam a razão de planeio. Agora podemos por tudo isto em um gráfico e realmente expandir nosso conhecimento:

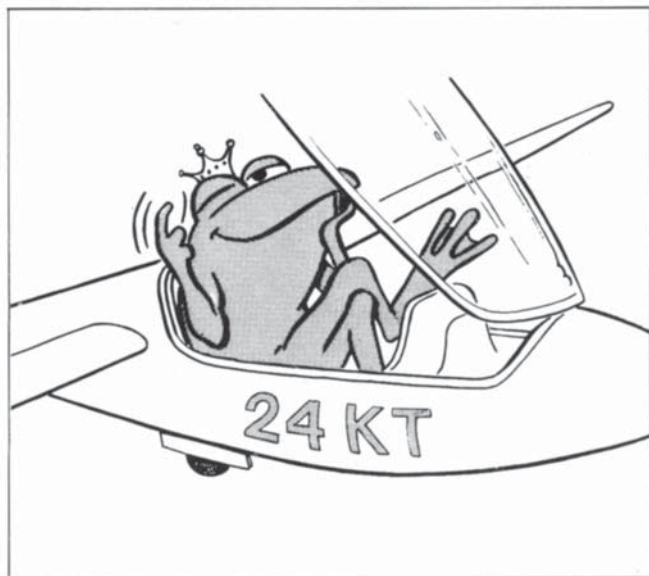


Vamos colocar HW + TW + Sm no gráfico.

Para achar a velocidade de melhor planeio com Sm + HW, trace uma tangente a partir de ①.\*

Para achar a velocidade de melhor planeio com  $S_m + T_W$ , trace uma tangente a partir de ③.\*  
*etc., etc...*

Veja o ponto ② - temos uma massa de ar descendente =  $S_m$ , mas não HW ou  $T_W$ . Se eu traçar a tangente a partir de ② para a curva, ela irá tocá-la mais longe (isto é, a uma AS mais elevada).



Note que não há outro ponto na curva onde eu possa conseguir um ângulo de planeio menor (ou em outras palavras, uma razão de planeio maior) sob as mesmas condições.

Embora este último ponto a uma alta velocidade tenha uma  $S_a$  maior que as anteriores, a razão  $\frac{AS}{S_a + S_m}$

é a *melhor* que eu posso fazer.

Assim, o que encontramos é que dado um valor de  $S_m$ , podemos encontrar uma *nova* AS que fornece a melhor razão de planeio possível para aquele valor de  $S_m$ .

Adivinhe? Acabamos de descobrir o anel de velocidades (Anel MacCready)!

Utilizando o gráfico 2, podemos agora construir uma outra tabela:

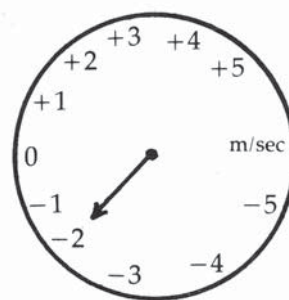
\* Note que pelo desenho do triângulo na figura 2, sua razão de planeio para o ponto ① é  $\frac{AS(1) - HW}{S_a(1) + S_m}$

a partir do ponto ③ é  $\frac{AS(3) + HW}{S_a(3) + S_m}$

$S_m$ (fornecido)	$S_a$ (do gráfico)	$S_a + S_m$ (adicionado)	AS (do gráfico)
0	.7	.7	90
.5	1.0	1.5	100
1.9	1.3	2.3	120
2.0	1.6	3.6	140
2.5	1.8	4.3	160

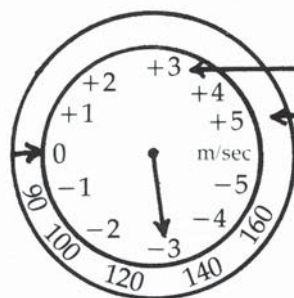
Isto é: para cada  $S_m$  assumida existe a melhor AS encontrada a partir do gráfico traçando-se a tangente desde a  $S_m$  até a curva.

Vamos falar um pouco sobre o variômetro no planador. O variômetro é um instrumento circular que mede a razão total vertical ( $S_a + S_m$ ) (não informa a você o quanto de cada, mas realmente não interessa). Ele se assemelha à figura:



Nesta figura, o vario diz a você que sua razão vertical total é descendente em 2 m/s, mas note que anteriormente eu disse que você poderia encontrar através do gráfico a AS que lhe proporciona a melhor

razão de planeio a partir do afundamento total. Então, eu irei colocar um anel em torno do variômetro.



Variômetro  
Anel de velocidade  
MacCready

Compare estes números com as últimas duas colunas da sua tabela. Exemplo: .7

em oposição a 90, 1.5 em oposição a 100, etc.

No anel irei colocar os números da AS que eu obtive na tabela, em oposição ao afundamento total. Então, se a seta aponta para -3, o anel manda voar a 135 km/h para obter a melhor razão de planeio para aquela condição. *Outra descoberta:* o variômetro com o anel de velocidades nada mais é que a polar do planador

montada em um instrumento. Note que o anel não é fixo, mas pode ser girado. Porque? Felizmente o sapo não me fez esta pergunta que está relacionada sobre o quão rápido eu posso voar quando estiver constante ou sob outras certas formas de ascendentes (uma técnica de competição). Entretanto, você já tem os dados básicos de que você precisa para fazer os cálculos.

O sapo não me perguntou também sobre o calculador de planeio final (que me diz se eu posso chegar em casa a partir de uma certa altitude, ou, se eu tiver altura extra, quão rápido eu posso voar), então vamos deixar estas discussões para uma etapa mais avançada.

Um outro ponto - enquanto você pode obviamente trabalhar com o fator HW ou TW para corrigir a velocidade a ser voada quando usando o gráfico da polar, desafortunadamente você não tem no planador um instrumento que meça HW ou TW, então leve este fator em conta ao utilizar o anel de velocidades para apresentar a velocidade a ser voada como descrito anteriormente (assumindo inexistência de HW ou TW), e então adicione 50% do HW estimado ou subtraia 20% do TW estimado. Esta é a melhor aproximação que você pode fazer\*.

Voltei no dia seguinte e mostrei meus resultados ao sapo. Ele olhou cuidadosamente os resultados e, então,



novamente, houve um intenso flash de luz e lá estava a linda princesa. Ela disse: “Você conseguiu! Sou sua para sempre! E caso você não saiba, sou um piloto rebocador qualificado com meu próprio avião e estou licenciada para efetuar qualquer tipo de reparo ou reforma em planadores. Eu também tenho outra surpresa para você.” SHAZAM. Então apareceu uma belíssima van de ouro com um bar completamente estocado, uma cama de casal na traseira e também um trailer de ouro. Subimos na van e dirigimos ao por do sol para a terra das ascendentes eternas e vivemos felizes para sempre.

O moral da história é que se você entende a polar do planador, você pode voar com uma linda princesa. (E se você acredita nisso, eu tenho um campo de pouso na Flórida no qual você pode estar interessado.).

*\* NT - Em 1980, quando este artigo foi publicado, não havia sistemas de gps disponíveis como nos dias de hoje. Componentes de ventos de proa ou de cauda são rotineiramente indicados em qualquer aparelho gps atual. Assim os cálculos de planeio ficam muito facilitados e, com certeza, muito mais precisos.*

AS = Airspeed - Velocidade no ar

Sa = Aircraft sink - Afundamento

Sm = Airmass sink - Descendente

TW = Tail wind - Vento de cauda

HW = Head wind - Vento de proa

L = Lift - Ascendente